

Avaliação das Precipitações Extremas ocorridas no dia 15 de fevereiro de 2022 na cidade de Petrópolis/RJ

Luis Henrique Paiva Ribeiro¹, Fernanda Regina Barbosa Martins², Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira³, Fernanda Rocha Thomaz⁴, Paulo Canedo Magalhães⁵ e Matheus Martins de Sousa⁶

Palavras-Chave – Chuvas Extremas, Petrópolis, Inundações.

INTRODUÇÃO

A análise pluviométrica é importante para a elaboração de projetos de drenagem, e, conseqüentemente, nos estudos hidrológicos e hidráulicos, pois seu uso possibilita avaliar as vazões de cheia que são utilizadas no dimensionamento de obras hidráulicas.

A região da Serra do Mar, com sua geografia montanhosa, torna-se particularmente vulnerável à entrada de massas de ar e às tempestades associadas. Conseqüentemente, eventos extremos de chuvas intensas seguidas de movimentos de massa e inundações são recorrentes (Waldherr e Tupinambá, 2014).

Nesse sentido, esse trabalho realizou um estudo com objetivo de analisar a distribuição temporal e espacial das chuvas ocorridas em 15 de fevereiro de 2015 no município de Petrópolis/RJ com o intuito de quantificar a probabilidade e o tempo de recorrência desse evento.

O estudo foi realizado nas estações do alerta de cheias (INEA – Instituto Estadual do Ambiente) e do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) os quais têm dados pluviométricos medidos com frequência de 15 minutos. Também foram analisados os dados do Posto Histórico do centro da cidade, único posto na região do primeiro distrito com um histórico de medições grande o suficiente para uma análise estatística, com dados de 1938 até 2005 e localizado na bacia do Rio Palatinato, bem próximo ao posto Alto da Serra, conforme observado na Figura 1.



Figura 1. Localização dos Postos de Chuva na bacia do rio Palatinato.

- 1) Afiliação: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; luis_henrique@poli.ufrj.br
- 2) Afiliação: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; fernanda.martins27@poli.ufrj.br
- 3) Afiliação: Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; krishnamurti@puc-rio.br
- 4) Afiliação: Programa de Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, fe@hidro.ufrj.br
- 5) Afiliação: Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; canedo@hidro.ufrj.br
- 6) Afiliação: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; matheus@poli.ufrj.br

O EVENTO DE FEVEREIRO DE 2022

Os fortes eventos ocorridos na cidade de Petrópolis no dia 15 de fevereiro de 2022 registraram os recordes máximos de chuva já medidos no município, sendo considerado o maior desastre da história da cidade. A tragédia deixou mais de 200 mortos e inúmeras famílias desabrigadas. Na figura 2, mostra-se a imagem de satélite do Alerta Rio, no momento da chuva.

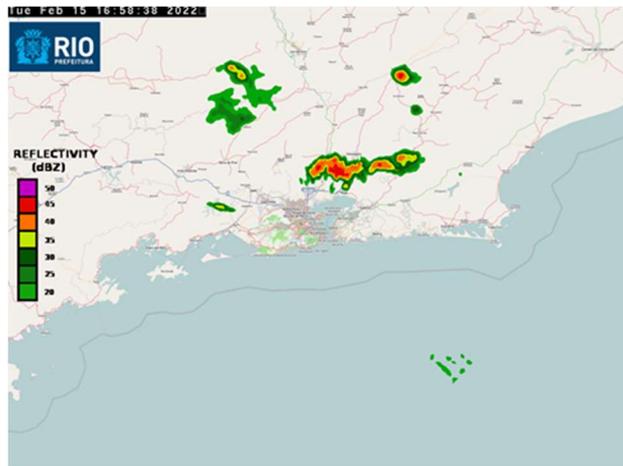


Figura 2.- Imagem de Satélite do evento de chuvas no dia 15/02/22 às 17 horas Fonte: Alerta Rio, 2022.

A partir da chuva acumulada ao longo das 4 horas mais intensas do evento foram elaboradas as isoietas da Figura 3, onde é possível observar a distribuição espacial do evento de fevereiro de 2022. Os postos utilizados foram os postos do Sistema de Alerta de Cheias do INEIA: Alto da serra; Bingen; Coronel Veiga; Itaipava; Itamarati; Independência; Cuiabá; Pose; Bomfim; Samambaia; LNCC; Capim Roxo; Quitandinha; Morim; e os postos do CEMADEM: Quitandinha; Dr. Thouzet; São Sebastião; Araras; Bingen; Estrada do Cantagalo.

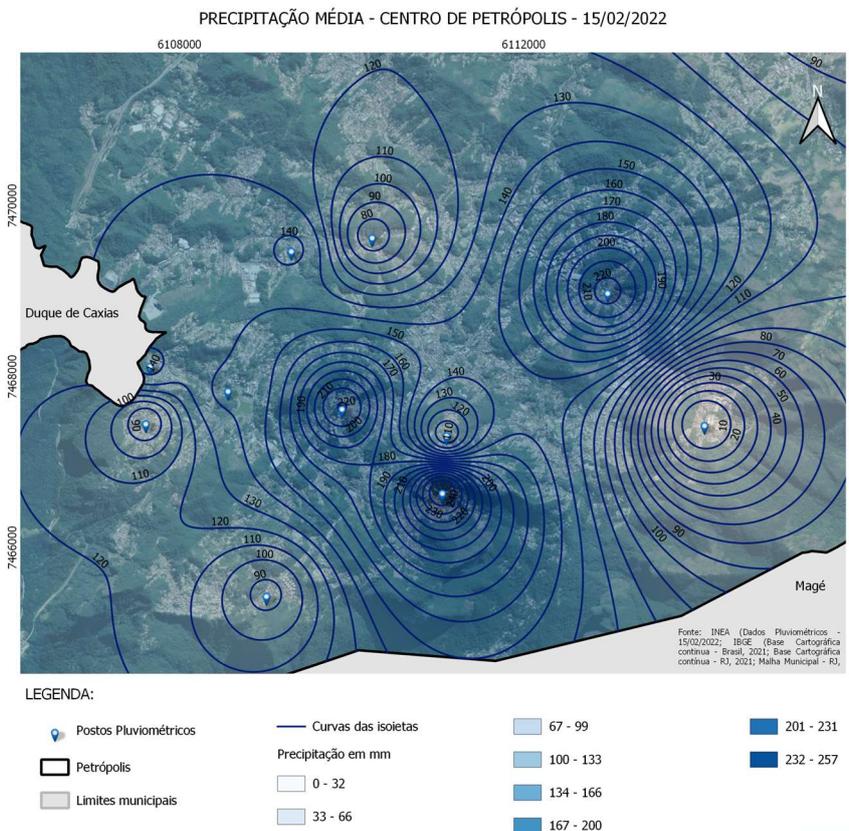


Figura 3.-Isoietas do evento de chuvas no dia 15/02/22.

CÁLCULO DA EQUAÇÃO IDF PARA PETRÓPOLIS

A partir dos dados de chuvas diárias do Posto Petrópolis, foi realizado estudo estatístico para definição dos valores de máximos prováveis, de acordo com as probabilidades de ocorrência. Para isso, foi utilizado o Método de Gumbel, aplicado aos valores de chuva máxima diária anual, para a série existente. O posto possui medição de chuvas diárias entre os anos de 1939 e 2004, estando atualmente inoperante. Para montagem da série de máximos anuais, foi destacado o maior valor de chuva diária para os anos com dados consolidados e sem falhas.

Quando não há informações de chuvas disponível em escala temporal sub-diária, o Manual de Projeto de Drenagem Urbana (DAEE/CETESB, 1980) propõe o cálculo de alturas de precipitação sub-diária através de coeficientes de desagregação para o Brasil. Trata-se de aproximações muito utilizadas, atualmente, em diferentes estudos hidrológicos. Considerando que estes coeficientes foram obtidos com dados anteriores a 1957 e são uma média de todo o país, o presente trabalho realizou uma avaliação de coeficientes de desagregação utilizando os dados medidos a cada 15 minutos do posto Alto da Serra. Por fim, foi realizada uma comparação dos coeficientes de desagregação encontrados com os propostos pela DAEE/CETESB (1980). Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação dos Coeficientes de Desagregação

Relação	CETESB/DAEE, 1979	Alto da Serra, 2022	Diferença
P24h (mm) / P1dia	1,095	1,085	-0,9%
P12h (mm) / P24h	0,85	0,889	4,6%
P10h (mm) / P24h	0,82	0,841	2,6%
P8h (mm) / P24h	0,78	0,762	-2,3%
P6h (mm) / P24h	0,72	0,690	-4,2%
P3h (mm) / P24h	-	0,519	-
P2h (mm) / P24h	-	0,485	-
P1h (mm) / P24h	0,42	0,415	-1,3%
P30min (mm) / P1h	0,74	0,761	2,9%
P25min (mm) / P30min	0,91	-	-
P20min (mm) / P30min	0,81	-	-
P15min (mm) / P30min	0,70	0,705	0,8%
P10min (mm) / P30min	0,54	-	-
P5min (mm) / P30min	0,34	-	-

Nota-se que os coeficientes de desagregação de alturas de chuva, pelo presente estudo, apresentam resultados similares aos do estudo da DAEE/CETESB (1980), o que indica coerência dos resultados. Tendo em vista essa coerência foram adotados nesse estudo os coeficientes de desagregação elaborados com os dados do Posto Alto da Serra, de forma a considerar o padrão local de distribuição da chuva.

Com a distribuição temporal da chuva o cálculo da Equação IDF utilizou os cálculos de intensidade de precipitações de TRs de 25, 50 e 100 anos para todos os intervalos de tempo considerados no estudo. Tendo em vista que foram obtidas regressões lineares entre as variáveis de intensidade, duração e frequência com coeficientes de determinação de 0,99 para os TRs considerados para esta análise, pode-se afirmar que os parâmetros $a = 0,058$, $b = 5,5$, $c = 0,716$ e $K = 1.322,77$ são considerados representativos de um Equação IDF fiel às características meteorológicas locais, sendo i medido em mm/h, resultando na Equação IDF apresentada a seguir:

$$i = \frac{1.322,77 \cdot TR^{0,058}}{(t+5,5)^{0,716}} \quad (2)$$

RESULTADOS

Com a proximidade do posto histórico de Petrópolis e do posto Alto da Serra é possível avaliar a recorrência das chuvas do dia 15 de fevereiro e do dia 20 de março de 2022 registradas pelo posto do INEA comparando com chuvas elaboradas com a equação IDF do posto histórico, calculada anteriormente. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Comparação das chuvas elaboradas com as estatísticas do posto histórico.

	IDF - Posto Histórico				Posto Alto da 15/02/2022
	TR10	TR50	TR100	TR300	
Intensidade (mm/h)					
15 min.	174	191	199	212	199.2
Precipitação acumulada (mm)					
1h	76	83	87	92	125.8
P 4h	118	129	134	143	223
P 24h	198	218	227	241	223

CONCLUSÕES

O estudo mostrou a intensidade e a distribuição espacial do evento de chuvas extremas que ocorreu na cidade de Petrópolis no dia 15 de fevereiro de 2022. Foi possível observar que a intensidade máxima em 15 minutos e a precipitação total ao longo de 4 horas superaram a intensidade e precipitação total com TR100 anos, demonstrando a magnitude ímpar do evento. A análise espacial permitiu visualizar que o evento abrangeu todas as bacias contribuintes aos canais no centro histórico de Petrópolis, intensificando os efeitos das inundações nesses.

Na elaboração da IDF do centro histórico foi possível observar a aderência dos coeficientes de distribuição temporal propostos por DAEE/CETESB (1980) com os valores calculados para o posto do Alto da Serra do Sistema de Alerta de chuvas do INEA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAEE/CETESB. Drenagem Urbana, Manual de Projeto, Departamento de Águas e Energia Elétrica e Companhia de Tecnologia de Saneamento, São Paulo. 1980.

KELLER, E. A. BLODGET, R. H. Inundaciones. In: KELLER, E. A. BLODGET, R. H. Riesgos naturales: Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Pearson Educación, S. A. Madrid, 2004. pp. 108-147.

PFAFSTETTER, O. Classificação de Bacias Hidrográficas –Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989, p. 19. Manuscrito não publicado.

WALDHERR, F.; TUPINAMBÁ, M.A. Dinâmica dos Depósitos Pretéritos na Deflagração de Corridas de Detritos em Eventos Catastróficos: A Bacia de Drenagem do Córrego do Príncipe, Teresópolis – RJ. In: VIII SLAGF Simpósio Latinoamericano de Geografia Física, IV SIAGF Simpósio Iberoamericano de Geografia Física. Anais. Santiago (Chile), 2014. p.1185-1192.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao sistema Alerta Rio, ao CEMADEN e ao INEA pelas informações disponibilizadas e à Universidade Federal do Rio de Janeiro pela estrutura disponibilizada para elaboração da presente pesquisa.